

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-057219

(43)Date of publication of application : 27.02.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

(21)Application number : 11-232505

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.08.1999

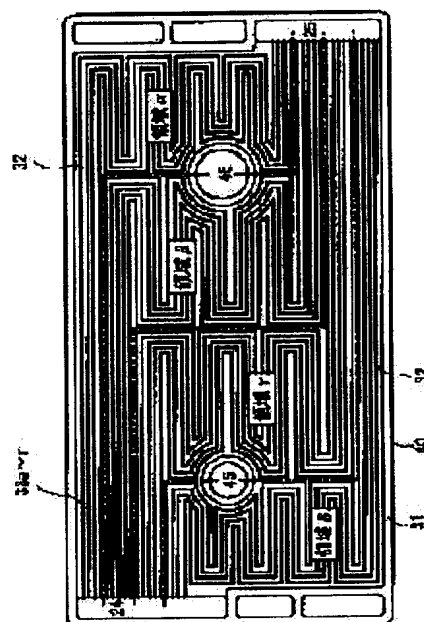
(72)Inventor : MAEDA HIDEO  
FUKUMOTO HISATOSHI  
HAMANO KOJI  
MITSUTA KENRO

## (54) FUEL CELL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell with high characteristics by reducing partial distribution of reaction.

**SOLUTION:** This fuel cell uses a laminated body sequentially laminated with single cells sandwiching an electrolyte film between a fuel electrode and an oxidizer electrode through a separator 40. The separator 40 is provided with a plurality of parallel fuel passages and a plurality of parallel oxidizer passage 33. In at least the oxidizer passage, a plurality of parallel passage groups consisting of a plurality of parallel passages turn back and run in divided regions  $\alpha$ - $\delta$  on a main surface of the separator plate.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-57219  
(P2001-57219A)

(43) 公開日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	R 5 H 0 2 6
			C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-232505

(22) 出願日 平成11年8月19日 (1999.8.19)

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(72) 発明者 前田 秀雄  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 福本 久敏  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(74) 代理人 100102439  
弁理士 宮田 金雄 (外2名)

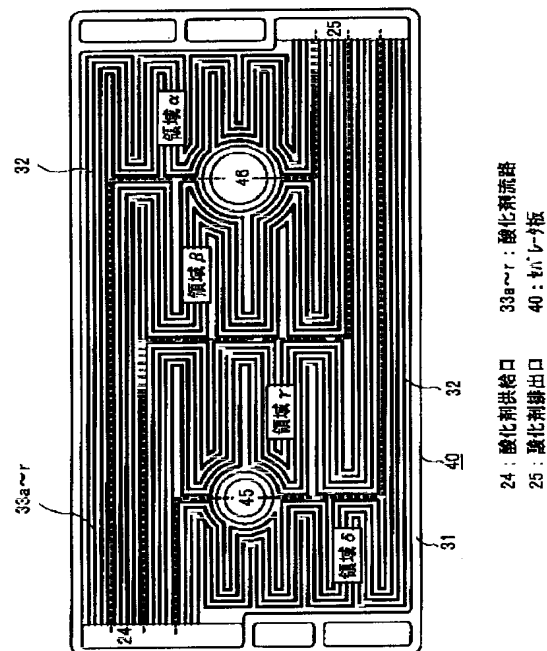
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 反応分布の偏りを減少し、高い特性の燃料電池を得る。

【解決手段】 燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルを、セパレータ板を介して順次積層した積層体を用いたものである。セパレータ板には、複数の並行した燃料流路と複数の並行した酸化剤流路を備え、少なくとも酸化剤流路33は各々複数の並行した流路からなる複数の並行流路群が、上記セパレータ板の主表面の分割された領域 $\alpha \sim \delta$ を折り返して走行する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、上記セパレータ板の主表面の分割された領域を各々折り返して走行することを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路の、各々の流体供給口から同距離にある各地点を、上記セパレータ板の主表面に分散して配置することを特徴とする燃料電池。

【請求項3】 セパレータ板が冷却媒体を流通し、並行

陰極反応： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

陽極反応： $2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

【0003】この反応が生じるとき、燃料電極上で水素はプロトンとなり、水を伴って電解質体中を酸化剤電極上まで移動し、酸化剤電極上で酸素と反応して水を生ずる。従って、上記のような燃料電池の運転には、反応ガスの供給と排出、電流の取り出しが必要となる。

【0004】燃料電池から電流を取り出すとともに、ガスと水を効率よく流通させるセパレータ板が、例えば特開昭58-161270号公報、特開昭58-161269号公報および特開平3-206763号公報に示されている。図6は、特開平3-206763号公報に示されている燃料電池における単位電池の概念的な構成を説明するための断面図であり、図において、1、2は導電性のセパレータ板、3は酸化剤電極、4は燃料電極、5は例えばプロトン導電性の固体高分子を用いた電解質体であり、電解質体5、酸化剤電極3および燃料電極4により単セル6を構成する。

【0005】図7は、上記図6に示した燃料電池におけるセパレータ板の上面を示す説明図であり、以下図6を併用して説明する。即ち、20はセパレータ板1の主表面、21はセパレータ板1における電極3を支持する電極支持部分、22はセパレータ板1に形成され酸化剤として空気を供給する酸化剤供給口、23は空気を排出するための酸化剤排出口、24は燃料を供給する燃料供給口、25は燃料を排出するための燃料排出口である。な

する複数の冷却剤流路を備え、上記複数の冷却剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、酸化剤流路が走行する分割された領域を上記セパレータ板へ投影した領域を、折り返して走行することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気化学的な反応を利用して発電する例えば電気自動車等で使用される燃料電池に関するものである。以下、本明細書では、特に固体高分子型燃料電池について記述しているが、リン酸型燃料電池にも適用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池は周知のように、電解質を介して一対の電極を有し、この電極の一方に燃料を、他方の電極に酸化剤を供給し、燃料と酸化剤を電池内で電気化学的に反応させることにより化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。燃料電池には電解質によりいくつかの型があるが、近年高出力の得られる燃料電池として、電解質に固体高分子電解質膜を用いた固体高分子型燃料電池が注目されている。例えば燃料電極に水素ガスを、酸化剤電極に酸素ガスを供給し、外部回路より電流を取り出すときに下記化学反応式(1)および(2)で示されるような反応が生じる。

・ ・ (1)

・ ・ (2)

お、上記セパレータ板1、2においては、主表面20を削って形成された溝と電極3、4に囲まれた空間によってそれぞれ酸化剤流路10および燃料流路11が構成される。

【0006】以下、上記燃料電池の動作を上記図6および図7を用いて説明する。セパレータ板1の酸化剤供給口22より供給された酸素ガスは、並行して走る複数の酸化剤流路10を通して酸化剤電極3に供給され、一方、水素ガスは、上記酸化剤と同様に、燃料ガス流路11より燃料電極4に供給される。このとき、酸化剤電極3と燃料電極4は電氣的に外部で接続されているので、酸化剤電極3側では上記化学反応式(2)の反応が生じ、酸化剤ガス流路10を通して未反応ガスと水が酸化剤排出口23に排出される。また、このとき燃料電極4側では上記化学反応式(1)の反応が生じ、未反応ガスは同様に燃料ガス流路11を通じて燃料排出口25より排出されることとなる。この反応によって得られた電子は電極3、4から電極支持部分21を経由してセパレータ板1、2を流れる。

【0007】酸化剤流路10は、図7に示すように、セパレータ板1の一方の面にその断面が蛇腹状に形成され、並行する複数の溝になっている。また、燃料ガス流路11も酸化剤流路10と同様、複数の溝になっている。上記燃料電池では、ガス流路を蛇腹型にして長くと

ることにより、ガス流速を増加させて境界膜を薄くすることにより、反応に必要なガスの拡散を促進するとともに、酸化剤電極で発生した水を効率よく排出させている。

【0008】また、特開昭62-40169号公報に示すセパレータ板の斜視図である図8に示すように、領域を完全に分割して蛇腹流路を構成させる工夫も見られた。なお、図中、7はガス分離板、8、8aは溝、9、9aはリブである。この方法では、ひとつの流体の入口及び出口がセパレータ板の一つの辺長のほぼ全域を独占することになり、他の流体の取り合いが困難になる欠点があった。

【0009】また、WO96/20510に示すセパレータ板の斜視図である図9のように並行流路を単純に折り返す流路も考えられている。なお、図中、71は空気流路、72は燃料供給口、73は空気供給口、74は空気排出口、75は燃料排出口である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来のセパレータ板では、流路を流れる流体の濃度が高い領域では反応が促進され、その領域では電流密度が大きくなり、電流密度に偏りがみられるが、電流密度の偏りについては何ら考慮されておらず、反応の偏りにより実質反応面積が減少して、特性が低下するという課題があった。

【0011】この発明はかかる課題を解消するためになされたもので、反応分布の偏りを減少し、高い特性を得ることができる燃料電池を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、上記セパレータ板の主表面の分割された領域を各々折り返して走行するものである。

【0013】本発明に係る第2の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路の、各

々の流体供給口から同距離にある各地点を、上記セパレータ板の主表面に分散して配置するものである。

【0014】本発明に係る第3の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、セパレータ板が冷却媒体を流通し、並行する複数の冷却剤流路を備え、上記複数の冷却剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、酸化剤流路が走行する分割された領域を上記セパレータ板に投影した領域を、折り返して走行するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 本実施の形態の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルをセパレータ板を介して順次積層した積層体を用いたものである。上記セパレータ板には、燃料電極に燃料流体を供給する並行する複数の燃料流路を流体供給口から流体排出口までと、上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給する並行する複数の酸化剤流路を流体供給口から流体排出口まで設けるが、例えば上記燃料流路をセパレータ板の一方の面に、上記酸化剤流路をセパレータ板の他方の面に、またはそれぞれの流路を別々のセパレータ板に設ける。

【0016】上記セパレータ板において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は、一群の並行した流路として蛇行するのではなく、各々が複数の並行した流路からなる複数の群に分割して、セパレータ板の主表面の分割された領域を各々折り返して走行するものである。つまり、上記複数群の並行流路の各々の流体入口から同距離にある各地点、即ち同じ流体濃度で同じ反応量を有する領域を、上記セパレータ板の主表面に分散して配置することにより、反応を分散させようとするものである。

【0017】図4は本発明の第1の実施の形態の燃料電池の積層体の断面図で、図中、6は単セル、39は燃料流路と冷却剤流路を各面に設けたセパレータ板、40は酸化剤流路を設けたセパレータ板、33は酸化剤流路、43は燃料流路、53は冷却剤流路である。

【0018】図1、図2および図3は上記燃料電池に用いたセパレータ板の、各々燃料流路面、例えば空気を流す酸化剤流路面および冷却剤流路面を示す平面図であり、冷却剤流路面を示す図3は、図1に示す燃料流路面を設けたセパレータ板の裏面である。図中、26は燃料供給口、27は燃料排出口、41は燃料流路側主表面、42はアノード電極面と接する電極支持部、43a~iは並行する燃料流路、45はシャフトを貫通する孔、46は流体の合流部、24は酸化剤供給口、25は酸化剤排出口、31は酸化剤流路側主表面、32は電極支持部、33a~rは並行する酸化剤流路、28は冷却剤供給口、29は冷却剤排出口、51は冷却剤流路側主表面、53a~jは並行する冷却剤流路である。

【0019】次に、具体的に本実施の形態を説明する。図1~4に示すように、本実施の形態では一方の面には

燃料流路を他方の面には冷却剤流路を設けたセパレータ板39と例えば空気を流す酸化剤流路面を持つセパレータ板40と単セル6を、順次積層して燃料電池を構成した。電極支持部は、水平方向20cm、垂直方向11cmの長方形で、電極支持部の側端側に各流路の供給口と排出口を設けている。また、電極部に2カ所締め付け用シャフトを貫通する孔45と燃料合流部46を配している。

【0020】各流路は、例えばセパレータ板の表面を削ることによって設けた溝であり、燃料流路は、燃料供給口26から合流部46までの領域pを、9本の並行流路43a~iが一緒になって蛇行して走り（シャフト45で分断された部分を除く）、合流部46から排出口27までの領域qを、本数を1/3の3本に減らした並行流路43j~lが蛇行して走っている（図1）。

【0021】酸化剤流路は、酸化剤供給口24から排出口25まで18本の並行流路33a~rが走っており、電極支持部をシャフト中心線及び電極支持部中心線の3つの垂線を境界に分割した4つの領域 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ に4本（43a~d）、5本（43e~i）、5本（43j~n）、4本（43o~r）に分岐した複数群の並行流路が蛇行して流れている（図2）。

【0022】冷却剤流路は、冷却剤供給口27から排出口28まで10本の並行流路53a~jが走っており、酸化剤流路とほぼ同じ4つの領域 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ に2本（53a、b）、3本（53c~e）、3本（53f~h）、2本（53i、j）に分岐した複数群の並行流路が蛇行して流れている（図3）。

【0023】動作について説明する。燃料流路側では、溝43a~iは、合流部46まで電極部の溝33a~oは、領域pを一部シャフト部分の分岐を除いて一緒になって流れており、合流部46以降も領域qを3本の流路43j~lが一緒になって走っている。この内の例えば43cが閉息した場合でも、領域p内の電流分布は近接した流路43b及び43dの管轄する電極部でカバーされ、領域内での電流の偏りはほとんど生じない。

【0024】一方、酸化剤流路側では、酸化剤供給口24から酸化剤排出口25に至るまでの供給口24から1/3までの上流部分での電流密度は下流の電流密度よりも20%程度大きく（単セルを連結した試験装置で別途測定した結果）になっているが、本実施の形態では、上流部分が4つの領域に分散されるので、電流密度の偏りが緩和され、分割を行わなかった場合と比較して、電流密度500mA/cm<sup>2</sup>でのセル電圧が10mVも向上した。

【0025】さらに、図4に示すように積層した時に、上記のように形成した酸化剤流路の領域 $\alpha$ ~ $\delta$ の領域と一致するようにセパレータ板39に上記と同様にして冷却媒体を流通させる冷却剤流路の領域 $\alpha$ ~ $\delta$ を設けた。この場合、冷却剤流路も酸化剤流路と同様に分割した領

域を流れるので、発熱の集中する部分を効果的に冷却し、面内の温度の偏りが2℃も減少し、セル抵抗が10m $\Omega$ cm<sup>2</sup>も減少し、特性がさらに7mVも向上した。

【0026】以上説明したように、本実施の形態では各流路が電極面の全体を網羅しているので、並行した流路のどれかが閉息した場合でも、電流分布の移動は面全体でほぼ均一に補完し合う。また、電流密度が大きくなる領域が酸化剤流路の分割した領域に沿って分散される。また、冷却剤流路も酸化剤流路と同様に分割されているので。電極反応に伴って発熱する領域に沿って冷却を行うことができる。つまり、本実施の形態では垂線により分割された酸化剤流路領域に発熱領域が分散し、同様の領域に冷却領域も分散し、発熱の集中する部分を効果的に冷却することで、面内の温度の偏りが減少し、セル抵抗も減少して特性向上する効果が得られた。

【0027】さらに、本実施の形態では燃料流路に合流部46を設けたので、一部の流路が閉息して、合流部直前の水素濃度が希薄になった燃料が、合流部46で他のセパレータ板の燃料と合流することで、再び水素濃度が平均化され合流部より下流の領域qでは他の積層部分とほぼ同程度の電流分布を持つことができた。

【0028】なお、本実施の形態では冷却媒体を流通させる冷却剤流路を備えたセパレータ板を併用した場合について説明したが、冷却剤流路を備えたセパレータ板を用いることに限定されるものではない。

【0029】なお、本実施の形態はカーボン含有の熱可塑性樹脂で成形したが、フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂でも同様の成形性向上の効果が期待できる。

【0030】実施の形態2。図5は本発明の第2の実施の形態のセパレータ板の、酸化剤流路を設けた面31の平面図である。電極支持部は、実施の形態1と同様に水平方向20cm、垂直方向11cmの長方形で、電極支持部の側端側に各流路の供給口と排出口を設けているが、電極支持部32内には貫通孔を配していない。酸化剤流路は、酸化剤供給口24から排出口25まで16本の並行流路33a~pが走っており、電極支持部を水平線で分割した4つの領域 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ に4本ずつ分岐（33a~d、33e~h、33i~l、33m~p）した複数群の並行流路が蛇行して流れている。燃料流路溝は図示しないが、図1において、燃料供給口26から排出口27まで全領域を並行した8本の溝が蛇行して走っている。冷却剤流路溝も図示しないが、図3において、冷却剤供給口28から排出口29まで12本の並行流路が走っており、酸化剤流路とほぼ同じ4つの領域 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ に3本ずつに分岐して流れている。

【0031】動作については、実施の形態1と同様であるが、本実施の形態では水平線により分割された酸化剤流路領域に発熱領域が分散し、同様の領域に冷却領域も分散し、発熱の集中する部分を効果的に冷却することで、面内の温度の偏りが減少し、セル抵抗も減少して

特性向上する効果が得られた。

【0032】上記実施の形態において、セパレータ板の各領域を流路が折り返しながら蛇行するが、蛇行の方向等を調整することにより、反応分布状態を適宜調整することができる。

【0033】

【発明の効果】本発明の第1の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、上記セパレータ板の主表面の分割された領域を各々折り返して走行するもので、反応分布の偏りが少なく、高い特性を出すことができるという効果がある。

【0034】本発明の第2の燃料電池は、電解質膜を燃料電極および酸化剤電極で挟持してなる単セルと、上記燃料電極に燃料流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の燃料流路と上記酸化剤電極に酸化剤流体を供給するために流体供給口から流体排出口までを並行する複数の酸化剤流路を備えたセパレータ板とを、順次積層した積層体からなる燃料電池において、少なくとも上記複数の酸化剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路の、各々の流体供給口から同距離にある各地点を、上記セパレータ板の主表面に分散して配置するもので、反応分布の偏りが少なく、高い特性を出すことができるという効果がある。

【0035】本発明の第3の燃料電池は、上記第1の燃料電池において、セパレータ板が冷却媒体を流通し、並

行する複数の冷却剤流路を備え、上記複数の冷却剤流路は複数群の並行した流路からなり、この複数群の並行した流路が、酸化剤流路が走行する分割された領域を上記セパレータ板に投影した領域を、折り返して走行するもので、面内の温度の偏りが減少し、セル抵抗も減少して特性が向上するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係るセパレータ板の燃料流路面の平面図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態に係るセパレータ板の酸化剤流路面の平面図である。

【図3】 本発明の第1の実施の形態に係るセパレータ板の冷却剤流路面の平面図である。

【図4】 本発明の第1の実施の形態の燃料電池に係る積層体の断面図である。

【図5】 本発明の第2の実施の形態に係るセパレータ板の酸化剤流路面の平面図である。

【図6】 従来の燃料電池における単位電池の概念的な構成を説明するための断面図である。

【図7】 従来の燃料電池におけるセパレータ板の上面を示す説明図である。

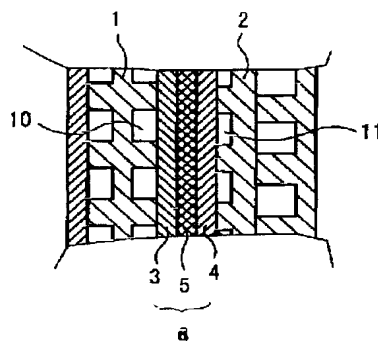
【図8】 従来のセパレータ板の構成を示す斜視図である。

【図9】 従来のセパレータ板の構成を示す斜視図である。

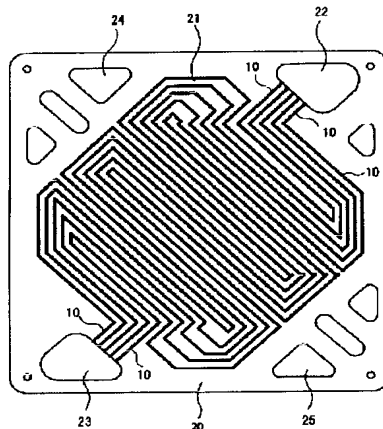
【符号の説明】

1、2、39、40 セパレータ板、3、4 電極、5 電解質膜、6 単セル、10、11 ガス流路、24 酸化剤供給口、25 酸化剤排出口、26 燃料供給口、27 燃料排出口、28 冷却剤供給口、29 冷却剤排出口、33 酸化剤流路、43 燃料流路、53 冷却剤流路。

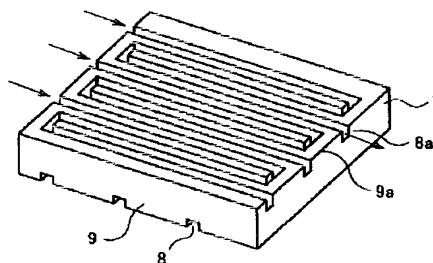
【図6】



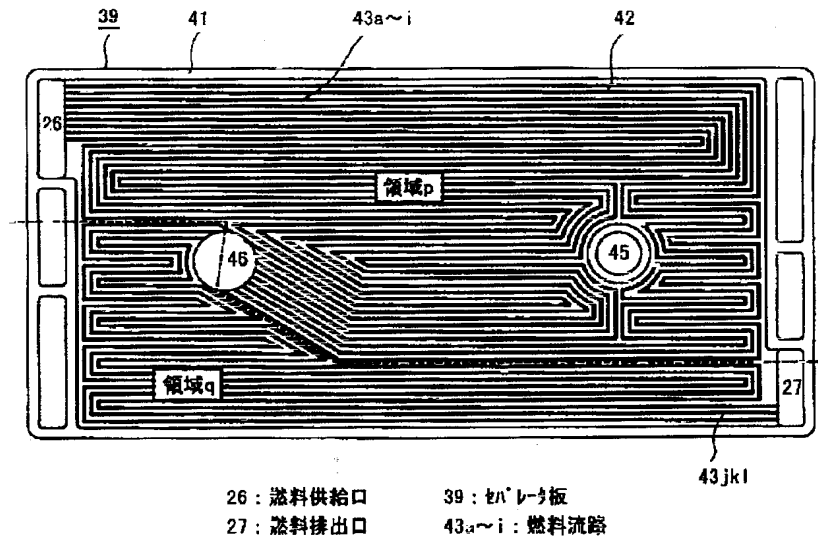
【図7】



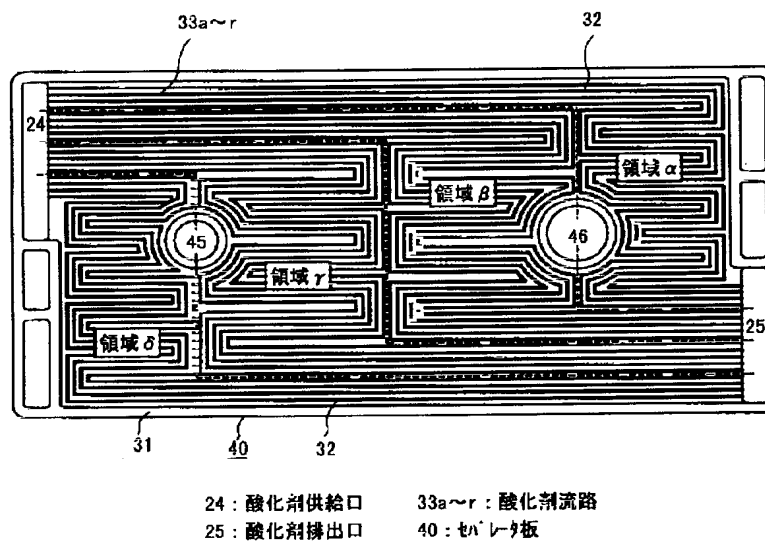
【図8】



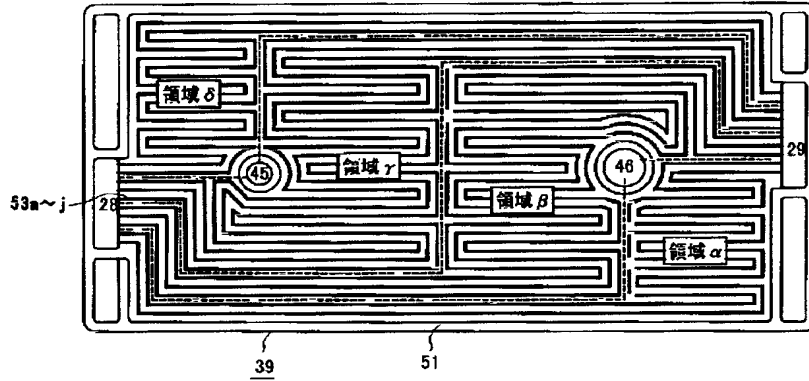
【図1】



【図2】

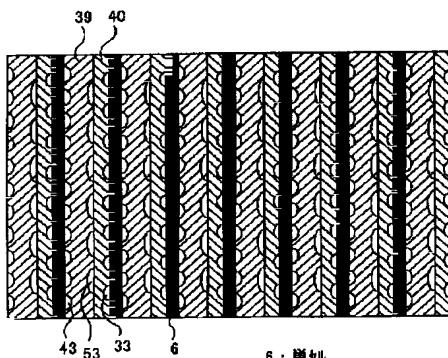


【図3】



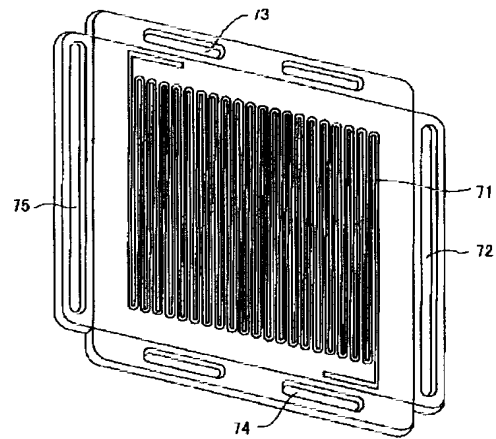
28 : 冷却剤供給口      53a~j : 冷却剤流路  
29 : 冷却剤排出口      39 : セラミックス板

【図4】



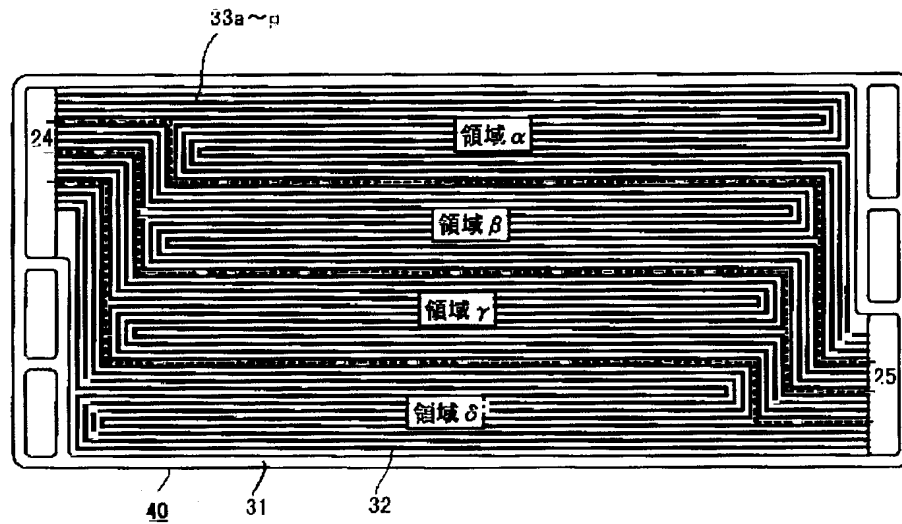
6 : 単相  
33 : 酸化剤流路  
39, 40 : セラミックス板  
43 : 燃料流路  
53 : 冷却剤流路

【図9】





【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 濱野 浩司  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 光田 憲朗  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA04 AA06 CC03 CC08